

A nedvességtartalom szerepe a poliamidok feldolgozásánál

A poliamidok a műszaki műanyagok egyik legnagyobb mennyiségben használt csoportját képezi. Jellemző tulajdonságuk, hogy nagyon érzékenyek a hidrolízisre. Ennek megfelelően a feldolgozás sikere szempontjából alapvető a nedvesség hatásmechanizmusának megértése és ennek alapján a technológiai paraméterek (hőmérséklet és tartózkodási idő) optimalizálása.

Tárgyszavak: poliamid 66, hidrolízis, degradáció, utópolimerizáció, megengedett nedvességtartalom, feldolgozási paraméterek, üvegszáltartalom

Már a poliamidok megjelenésekor – 90 évvel ezelőtt – közzismert volt a poliamidok érzékenysége a hidrolízissel szemben. A poliamid 66 (és 6) minden egyes molekulaláncában nagyjából 100 hidrolízisre érzékeny kötés található. Emiatt szigorú előírások vannak a feldolgozásnál megengedett nedvességtartalomra vonatkozóan. Ezek az előírások azonban változhatnak, első sorban a poliamidhoz adott erősítő és töltőanyagok függvényében. A gyártók ajánlásainak vizsgálata azt mutatta, hogy a javasolt határértékeknel vannak bizonytalanságok, amivel érdemes foglalkozni.

Legtöbb gyártó irányelvei, például 0,20% nedvességtartalmat engednek meg mind a töltetlen, mind az 50% üvegszálat tartalmazó típusok esetén. Miután azonban az üvegszál nem vesz részt az abszorpcióban, ez az ajánlás nem lehet jó. Az üvegszálás típusban a poliamidra kétszer annyi víz jut, és így a polimer a feldolgozásnál károsodhat. Természetesen a poliamidok feldolgozásánál nemcsak a nedvességtartalom határozza meg a készített termék minőségét. A feldolgozás során végbemenő molekulásúlyváltozást jelentősen befolyásolja a hőmérséklet és a magas hőmérsékleten tartózkodás ideje. Vagyis megfelelő szárítás mellett is felléphet degradáció, de esetleg a megengedettnél nagyobb nedvesség mellett is van mód a megfelelő mechanikai tulajdonságok elérésére a hőterhelés optimalizálásával.

A fentiek számszerű alátámasztására vizsgálat sorozatokat végeztek. Egy üvegszálás poliamidból fröccsöntött darabot az ajánlott 0,20% nedvességgel kiindulva 299 °C-on, 7 perc tartózkodási idővel gyártva jelentős degradációt mértek. Nem volt elegendő a 0,114%-ra való csökkentés sem, bár a lebomlást követő viszkozitás csökkenés mértéke 20-ról 10%-ra esett vissza, és javultak a mechanikai tulajdonságok is. Amikor tovább csökkentették a nedvességet 0,06%-ra, a viszkozitás nem csökkent, hanem kismértékben nőtt is, és ezzel együtt javultak a mechanikai tulajdonságok is. A viszkozitás növekedése, ami sok kondenzációs polimernél fellép, a szilárd állapotban végbemenő polimerizáció eredménye. A vizsgálatok bizonyították, hogy megfelelő szárítás után a poliamid molekulásúlya lényegében szinten tartható, de a gyártók ajánlásaiban szereplő nedveségtértékek mellett a késztermék minősége nem mindig megfelelő. Ez azt jelenti, hogy a nedvességtartalmat a feldolgozandó anyag összetételének figyelembe vételével kell meghatározni. A számításnál a töltetlen granulátumra vonatkozó 0,20%-os értéket egyszerűen az erősítő- vagy töltőanyag hányadával kell beszorozni, amint ezt az 1. táblázat mutatja.

A kutatás második részében azt vizsgálták, hogy milyen feldolgozási paraméterekkel lehetséges a kívánalomnak megfelelő tulajdonságokat elérni akkor is, ha a gyártó által megadott nedvességtartalom az adott összetételű poliamidra nem érvényes. Ezt a vizsgálatot az is indokolja, hogy a nedvességtartalom

1. táblázat. A nedvességtartalom függése az összetételtől.

Üvegszál tartalom [%]	Max. nedvességtartalom [%]
0	0,200
15	0,170
30	0,140
40	0,120
50	0,100
60	0,080

elegendően szélsőséges értékre – a vizsgált esetben 0,06%-ra – való csökkentése legtöbbször nem célszerű a gazdaságossági és más szempontokat is figyelembe véve.

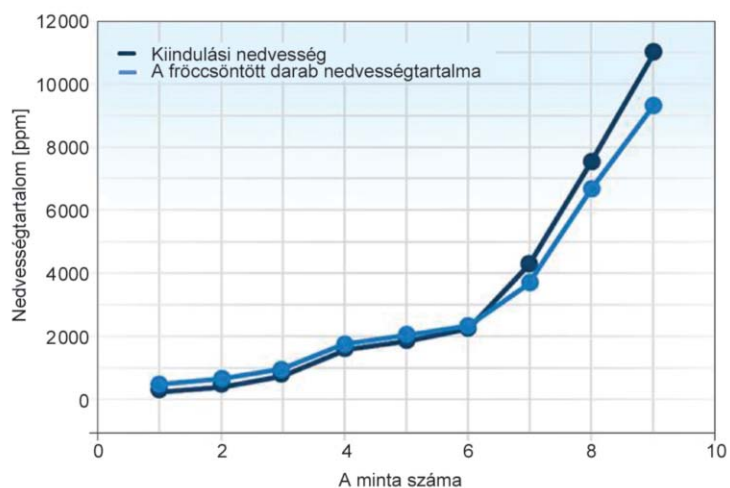
Az elvégzett kísérletekben 0,20% nedvesség mellett a hőmérsékletet 299-ről 277 °C-ra csökkentették, és ezzel sikerült a viszkozitás csökkenését 2%-ra mérsékelni. A tartózkodási időt 7-ről 10 percre növelve, az eredmény változatlan maradt. Ez azt is mutatja, hogy nem feltétlenül szükséges az olvadáspontot (PA 66-nál: 260 °C) túlzott mértékben meghaladni, alacsonyabb hőmérséklet is elegendő volt a szerszám kitöltéséhez. A nyomást ugyan meg kellett növelni 25%-kal, de ez nem okozott gondot az adott gépen. A hőmérséklet csökkenése más szempontból is előnyös: a hidrolízis visszaszorítása mellett kisebb az energiaigény, gyorsabb a hűtés, és visszaszorulnak a magas hőmérséklethez köthető hibák a fröccsöntött darabon.

A projektben vizsgálták azt is, vajon mi történik a granulátumban jelenlevő nedvességgel a fröccsöntés során. Vizsgálataik megcáfolták azt a gyakori feltételezést, hogy a nedvesség az olvasztás során az adagoló torok felé távozik. Különböző nedvesség tartalmú – 0,027–1% (270–10 000 ppm) – töltetlen PA 66 mintát fröccsöntöttek. A minták közül öt az előírt 0,20% alatt volt. Egy pontosan 0,20% nedvességet, míg három másik ennél is többet tartalmazott. A nedvességtartalmat a fröccsöntött mintáknál is megvizsgálták, és meglepő eredményre jutottak.

Amint az 1. ábra mutatja, a 0,20% alatti nedvességgel rendelkező granulátumokból fröccsöntött darabokban a nedvességtartalom inkább nagyobbnak bizonyult a kiindulási értékeknél. Ez arra mutat, hogy ezeknél a mintáknál utó-polikondenzáció mehetett végbe, amelynél a molekulásúly növekedése mellett víz szabadult fel. Megfigyelhető, hogy ez a felszabadult vízmennyiség annál nagyobb, minél szárazabb a beadagolt granulátum. Az általánosan elfogadott 0,2% kiindulási nedvességtartalom esetén a kétféle nedvességtartalom nem tér el szignifikánsan. Nagyobb kiindulási nedvességtartalom mellett a kétféle érték viszonya megváltozik. A fröccsöntött darabban kisebb nedvességtartalmat mértek a kiindulásinál, mégpedig annál nagyobb a nedvességtartalom csökkenése a fröccsöntés során, minél nagyobb volt a beadagolt nedvesség. Feltételezhetnénk, hogy a „felesleges” nedvességtartalom a csiga hátsó része felé távozik. Valójában azonban a nedvességcsökkenés azzal függ össze, hogy a feldolgozás során meginduló hidrolízisben használódik el a hiányzó vízmennyiség. Ezt a magyarázatot egyértelműen alátámasztják a molekulásúly mérések, amelyek bizonyítják a hidrolízis miatti lebomlást. A 0,20% vagy az az alatti nedvességtartalomnál a fröccsöntött minták mindegyikének megfelelő volt a molekulásúlya.

A 0,20–0,40% kiindulási nedvességtartalom esetén a hidrolízis miatti lebomlás már a minőség romlását okozza. De ebben a zónában a feldolgozás paramétereivel, a hőmérséklettel és a tartózkodási idővel még beállítható a kívánt molekulásúly. Ilyenkor azonban a feldolgozási paraméterek szigorú ellenőrzésére van szükség.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.



1. ábra. A nedvességtartalom változása a fröccsöntés során.

Sepe, M.: What-is-the-allowable-moisture-content-in-nylons-it-depends-part: 1. – Engineering resins 2023. 04. 09. és <https://www.ptonline.com/articles/what-is-the-allowable-moisture-content-in-nylons-it-depends-part-1->

Sepe, M.: What-is-the-allowable-moisture-content-in-nylons-it-depends: part-2. – Materials Know How 2023. 04. 10. és <https://www.ptonline.com/articles/what-is-the-allowable-moisture-content-in-nylons-it-depends-part-2->